

令和 2 年 6 月 26 日現在

機関番号：62601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01009

研究課題名(和文) 数学・理科・情報の教科で使われている科学用語の共起ネットワーク分析

研究課題名(英文) Co-occurrence network analysis of scientific terms used in mathematics, science and information subjects

研究代表者

坂谷内 勝 (SAKAYAUCHI, MASARU)

国立教育政策研究所・研究企画開発部教育研究情報推進室・総括研究官

研究者番号：70187053

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、日本の数学・理科・情報の教科書に出現する科学用語を基本にして、様々な分析を行った。科学用語は教科書の索引から収集した。収集した索引の総数は約7600件である。現在と15年前の科学用語数を比較すると、ほとんどの教科で科学用語数が増加していた。この理由は、2011年の学習指導要領の改訂によって、履修時間が増加し、教科書の質・量が充実したためである。理科系読み物の科学用語分析を行った結果、ある本では、生物と情報と数学に関する科学用語がお互いに共起して出現していた。つまり、この本はこれらの教科に関する内容で構成されていることが、共起ネットワーク分析で確認することができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、日本の数学・理科・情報(技術)の教科書に出現する科学用語を様々な方法で分析した。この結果は、日本の中学と高校の科学教育に関する実態を、過去と現在の違いを比較したり、各教科間の違い等を数量的に明らかにすることができた。また、共起ネットワーク分析をすることによって、各教科の科学用語の相互関係が視覚的に把握することができた。

研究成果の概要(英文)：This research conducted various analyzes based on the scientific terms appearing in Japanese textbooks of mathematics, science and information. The total number of indexes collected is about 7,600. Comparing the number of scientific terms from the present and 15 years ago, the number of scientific terms increased in most subjects. The reason for this is that the revision of the curriculum guidelines in 2011 increased the number of course hours and enhanced the quality and quantity of textbooks. As a result of scientific term analysis of science readings, in one book, scientific terms related to biology, information, and mathematics co-occur with each other. It was confirmed by co-occurrence network analysis that this book is composed of contents related to these subjects.

研究分野：教育工学

キーワード：科学教育 科学用語 共起ネットワーク

1. 研究開始当初の背景

これまで、科学教育の専門家によって中学校・高等学校の「数学」「理科」「情報」の教科書の用語を分析し、用語の使用頻度の集計結果や用語の適切な使用方法等について報告されている。しかし、多くの科学用語の分析は一つの教科・科目の教科書の中で調べており、科学用語が使用されている複数の教科・科目全体を対象とした俯瞰的な研究は少ない。ある科目で出現する科学用語が他の科目で出現している事例がどのくらいあるのか等を明らかにすることは、学校で数学・理科・情報を教える教師にとって有益な情報である。

また、2つの科学用語が文章中に近い距離で出現する頻度が多いとき、この2つの科学用語には共起関係が存在し、共起関係（リンク）と科学用語（ノード）を図式化すると科学用語の共起ネットワークを描くことができる。このネットワークを様々な観点で分析することによって、科学教育の全体的構造への示唆、教師への指導助言、生徒への学習支援に貢献できると考えられる。

2. 研究の目的

本研究は、数学・理科・情報の教科書に出現する科学用語を基本にして、様々な分析を行い、科学用語からみた科学教育の実態を数量的に把握し、科学教育の指導・学習に貢献する知見を明らかにすることが目的である。

3. 研究の方法

科学用語を収集した教科書は、中学校と高等学校の数学、中学校理科、高等学校物理・化学・生物・地学、中学校技術・家庭、高等学校情報の教科書である。現在と15年前の科学用語を比較するために、平成14年に文部科学省検定済のものと平成27～28年に文部科学省検定済の教科書を調査対象とした。収集した索引の総数は、7603件である。

4. 研究成果

(1) 中学校の科学用語の実態

現在と15年前の科学用語数を比較した結果を図1に示す。すべての教科で科学用語数が増加している。増加した件数（増加率）は、数学5件（3%増）、理科122件（33%増）、技術80件（34%増）である。2011年の学習指導要領の改訂によって、履修時間の増加（数学は70時間、理科は95時間）、それに伴う教科書の質・量の充実が起因している。理科、技術の増加率と比較して、数学の増加率が小さいのが特徴である。

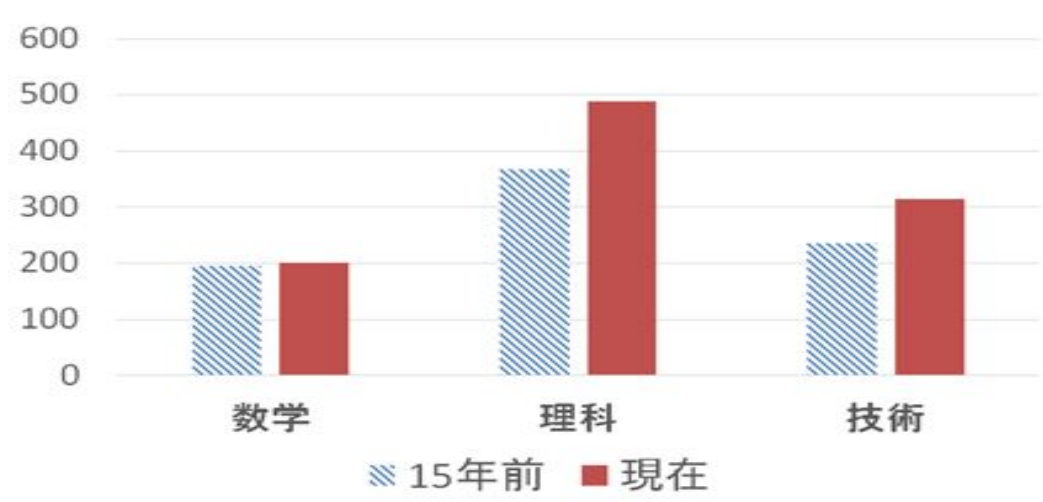


図1 現在と15年前の中学校の科学用語の数

現在と15年前の科学用語を比較して、新出した科学用語と消失した科学用語を調べた結果を図2に示す。数学は、新出数と消失数はほぼ同じで少なく、既出の科学用語が多い（全体の76%）。

理科は、既出(全体の51%)と新出の科学用語がほぼ同じで、消失数はその半分程度で少ない。技術は、新出した科学用語が多く、既出した科学用語(全体の24%)が少ないのが特徴である。数学は科学用語の入替えは少ないが、技術は科学用語の入替えが多いことが明らかになった。

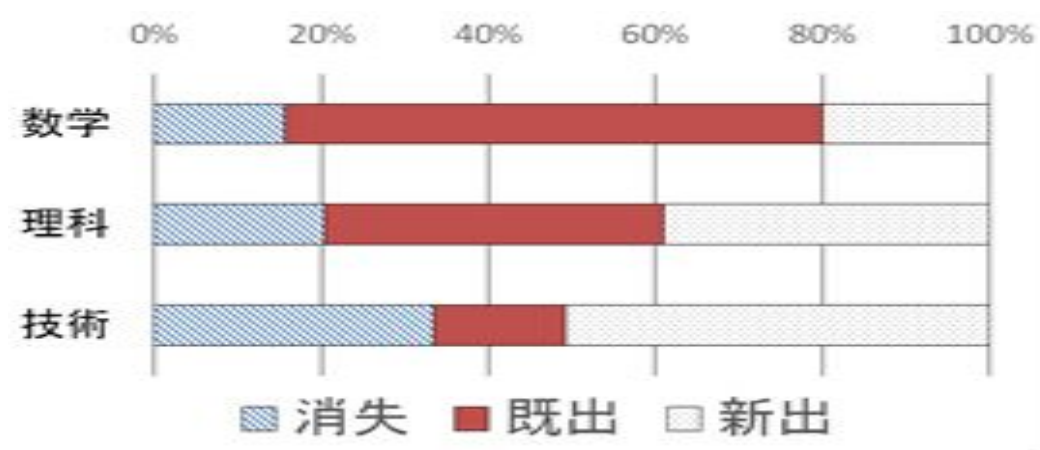


図2 現在と15年前の中学校の科学用語の内訳 (消失、既出、進出)

数学の新出した科学用語(46件)で多いのは、「資料の整理と活用」に関する用語で、全体の半数(23件)を占める。理科は、教科書の質・量の充実が顕著で、新出した科学用語(232件)の中には、発展的内容(学習指導要領に示されていない内容)や科学史等のコラムに出てくる用語がある。技術は、時代の移り変わりの影響で、新出した科学用語が数学、理科と比べて多い。

複数教科に出現する科学用語を調べると、数学、理科、技術の3教科に出現する科学用語はない。2教科に出現する科学用語は、「エネルギー変換効率」、「バイオマス」、「リサイクル」、「回路」、「化石燃料」、「感電」、「交流」、「再生可能エネルギー」、「仕事」、「周波数」、「弾性」、「地球温暖化」、「電池」、「燃料回路図」、「誤差」、「拡大図」、「直線」である。理科と技術の教科に出現する科学用語が多い。数学の科学用語は、理科や技術ではほとんど出現しない。

科学用語全体の平均文字数を調べると、3.9文字であった。教科別では、技術4.7文字、理科3.6文字、数学3.0文字である。技術の科学用語が長いのは、本来英語の用語を外来語としてカタカナで表記しているためである。11文字以上の科学用語は16件で、その内の12件(75%)が技術である。最も文字数が多い科学用語は、技術の「プレゼンテーションソフトウェア」(15文字)である。次に「アプリケーションソフトウェア」(14文字)、「データベース処理ソフトウェア」(14文字)と技術の科学用語が続く。理科で文字数が多い科学用語は「オート・フォン・ゲーリケ」(13文字)、次に「フレミングの左手の法則」(11文字)、「力学的エネルギーの保存」(11文字)である。数学で文字数が多い科学用語は「2元1次方程式のグラフ」(11文字)である。

(2) 高等学校の科学用語の実態

15年前と現在の科学用語数を比較した結果を図3に示す。数学、物理、化学、生物、地学、情報の科学用語の総数は、15年前と比べて全体で増えている(778語の増、約3割の増)。減少しているのは地学と情報である。増加の割合が大きい教科は、数学80%増、化学75%増、生物64%増である。2011年の学習指導要領の改訂によって、履修時間の増加、それに伴う教科書の質・量の充実が起因していると考えられる。

複数教科に出現する科学用語を調べると、15年前は、3教科(以上)に出現する科学用語は0件である。現在は、3教科に出現する科学用語は、「元素」、「原子核」、「半減期」、「陽子」、「電子」、「化石燃料」、「窒素」、「周期」、「電磁波」の9件がある。物理、化学、地学の3教科に出現する科学用語が多い。

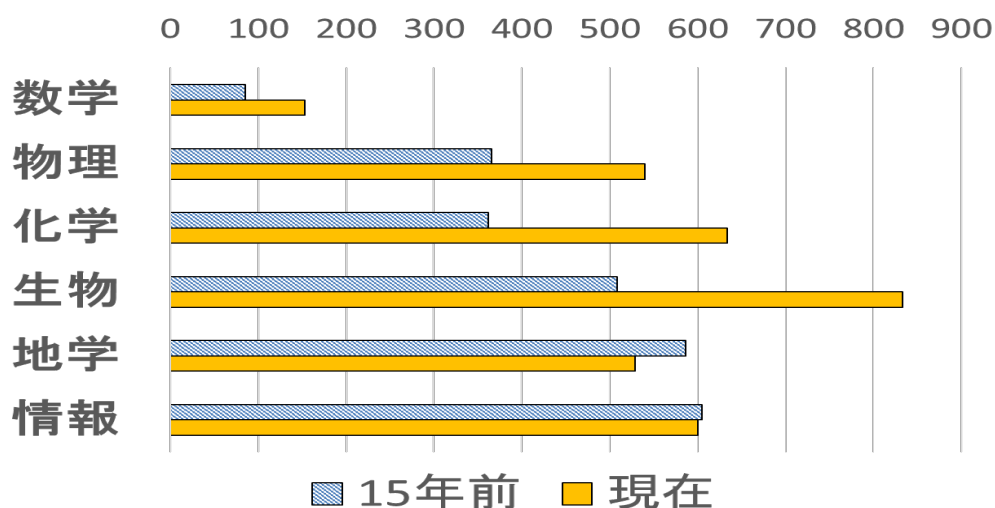


図3 現在と15年前の高校の科学用語の数

15年前と比べて、新出の割合が多い教科は、生物(57%)、化学(53%)、数学(51%)である。消失の割合が多い教科は、情報(41%)、地学(41%)である。15年前と現在を比較して、既出の割合が多い(同じ科学用語が多い)教科は、数学(38%)、物理(31%)、化学(30%)である。

科学用語全体の平均文字数を調べると、4.5文字であった。教科別の平均文字数は、多い順に、情報5.2文字、生物4.5文字、化学4.4文字、地学4.4、物理4.3文字、数学3.2文字である。15年前と比べてほぼ同じである。中学校の科学用語の平均文字数は3.9文字なので、中学校と比較して高校の科学用語の文字数が多い。最も文字数が多い科学用語は、情報の「不正アクセス行為の禁止等に関する法律」で、18文字である。2番目に多いのは16文字で、地学の「インドオーストラリアプレート引力」である。3番目に多いのは15文字で、「ジュール毎キログラム毎ケルビン」(物理)、「ブレンステッド・ローリーの定義」(化学)、「プレゼンテーションソフトウェア」(情報)である。

(3) 身の周りで使用されている科学用語

科学用語と日常生活の関連性を明らかにするために、身の周りの読み物で使用されている科学用語の実態を分析した。計量テキスト分析は、KH coder(文献)を使用して行った。表4は、それぞれの総抽出語数、異なり語数、科学用語数とその割合(%)である。科学用語の出現頻度は、理科系読み物(7.51%)、日経サイエンス(5.78%)、読売新聞(社説)(2.99%)、文科系読み物(1.54%)、映画の台詞(0.61%)の順に多いことが明らかになった。

表4 身の周りの読み物で使用されている科学用語

読み物の種類	理科系読み物 (文献)	日経サイエン ス(文献)	読売新聞社説 (文献)	文科系読み物 (文献)	映画の台詞 (文献)
総抽出語数	65,607	5,155	3,747	61,395	14,822
異なり語数	4,791	1,281	1,036	5,507	1,816
科学用語数	360	74	31	85	11
科学用語(%)	7.51%	5.78%	2.99%	1.54%	0.61%

(4) 共起ネットワーク分析

どのような科学用語が共起して出現するかを分析するために、共起ネットワーク分析を行った。共起ネットワークとは、2つの科学用語が文章中に近い距離で出現する頻度が多いとき、

この2つの科学用語には共起関係が存在し、共起関係（リンク）と科学用語（ノード）を図式化したネットワークである。使用したテキストは「わかる！小学校の先生のための統計教育入門」（文献 ）で、計量テキスト分析は、KH coder（文献 ）を使用した。

このテキストの総抽出後数は 15897 語、異なり語数は 2416 語である。異なり語数の内、135 語が科学用語である。科学用語の割合は 5.6%で、日経サイエンス(文献)の 5.8%と同じくらいの比率である。このテキストの科学用語の共起ネットワークを図5に示す。

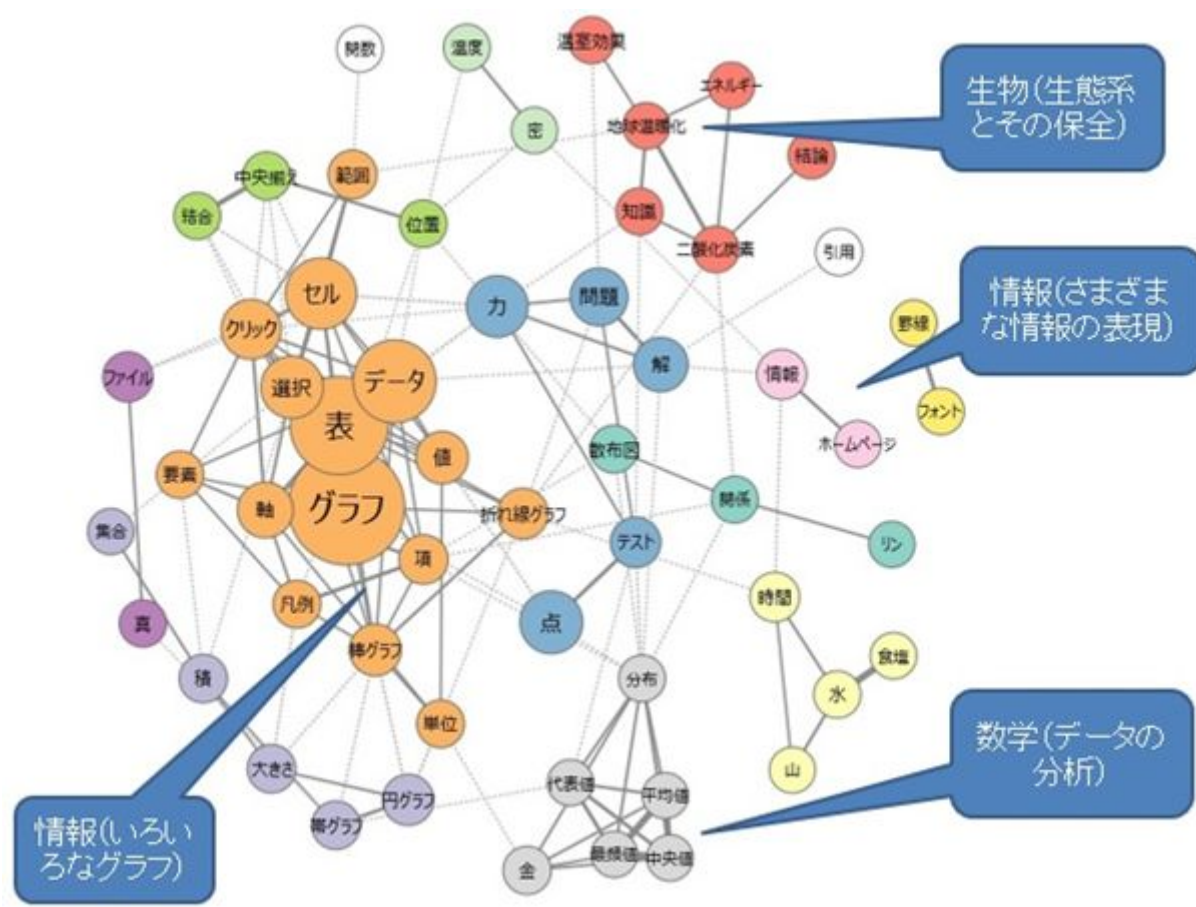


図5 科学用語の共起ネットワーク（文献 ）
（用語を囲む円が大きいほど出現回数が多いことを示す）

図5の科学用語の共起ネットワークから、比較的大きなグループとして、生物（生態系とその保全）、情報（さまざまな情報の表現）、情報（いろいろなグラフ）、数学（データの分析）に関する科学用語が出現していることがわかる。出現回数が多い科学用語（図中、大きな円で囲まれている用語）は、「グラフ（399件）」、「表（297件）」、「データ（212件）」、「セル（147件）」で、これらの用語はお互いに共起して出現していることもわかる。

<引用文献>

樋口耕一:『社会調査のための計量テキスト分析 内容分析の継承と発展を目指して』, ナカニシヤ出版, 2014.
 米山正信:『化学とんち問答』, 講談社, 1991.
 日経サイエンス:記事ダウンロード, <https://www.nikkei-science.net/> (2018年8月7日アクセス).
 読売新聞(社説):YOMIURI ONLINE, <https://www.yomiuri.co.jp/> (2018年9月5日アクセス).
 鷹羽狩行:『俳句のたのしさ』, 講談社, 1976.
 山田洋次・朝間義隆:『男はつらいよ・ぼくの伯父さん』, 松竹株式会社, 1989.
 坂谷内勝:『わかる！小学校の先生のための統計教育入門』, ミネルヴァ書房, 2019.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 坂谷内 勝	4. 巻 42
2. 論文標題 数学・理科・情報の教科に出現する科学用語の分析（2） - 中学校の教科書を中心に -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 553-554
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 坂谷内 勝	4. 巻 31
2. 論文標題 日本の教科書に出現する科学用語分析 - 15年前と現在の比較 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本語教育連絡会議（2018）論文集	6. 最初と最後の頁 6-13
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 坂谷内 勝	4. 巻 41
2. 論文標題 数学・理科・情報の教科に出現する科学用語の分析（1）	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本科学教育学会年会論文集	6. 最初と最後の頁 441-442
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 坂谷内 勝	4. 巻 30
2. 論文標題 日本語コンテンツにおける科学用語の共起ネットワーク分析	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本語教育連絡会議（2017）論文集	6. 最初と最後の頁 51-58
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 坂谷内 勝	4. 巻 32
2. 論文標題 教科書索引を用いた科学用語分析 - 高校の数学・理科・情報 -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本語教育連絡会議 (2019) 論文集	6. 最初と最後の頁 126-131
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----